

软件工程丛书

特定领域应用框架： 行业的框架体验

**Domain-Specific Application Frameworks:
Frameworks Experience by Industry**

[美] Mohamed E. Fayad 著
Ralph E. Johnson

姜晓红 李 岩 刘培珺 赵爱东 译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是 John Wiley 出版社出版的关于框架的三卷本中的第三卷。本书通过 30 个由专业人士提供的框架实例介绍特定领域的应用框架的设计、使用和部署, 如何克服在应用框架开发过程中遇到的困难, 以及如何具有足够的能对特定领域应用框架新技术的研究和更新。这些实例涉及了四大领域: 计算机集成制造、分布式系统、网络和电信应用、系统开发环境, 均有详细的介绍、分析和总结, 读者既可知其然, 亦可知其所以然。

本书是众多资深人士集体经验和智慧的结晶, 适合广大的计算机和软件业的从业人员, 包括: 特定领域的应用框架项目的管理人员和开发人员、项目经理、软件主管、面向对象开发人员、系统分析和设计人员, 等等。同时, 合同经理、软件方法学专家和程序开发人员等也都会从本书中受益。

Copyright © 2000 by John Wiley & Sons.

All rights reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

本书简体中文专有翻译出版版权由 John Wiley & Sons Inc. 授予电子工业出版社未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2003-0737

图书在版编目 (CIP) 数据

特定领域应用框架: 行业的框架体验 / (美) 斐亚德 (Fayad, M. E.), (美) 约翰逊 (Johnson, R. E.) 著; 姜晓红等译. —北京: 电子工业出版社, 2004.8

(软件工程丛书)

书名原文: Domain-Specific Application Frameworks: Frameworks Experience by Industry

ISBN 7-121-00105-5

I. 特… II. ①斐… ②约… ③姜… III. 软件开发 IV. TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 068576 号

责任编辑: 孙学瑛

印 刷: 北京兴华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×980 1/16 印张: 43.5 字数: 816 千字

印 次: 2004 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 88.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

译者序

与软件架构和设计模式一样，框架也是一种重要的高层软件重用机制。通过对框架的重用和定制，我们可以生成特定领域内的应用系统。框架既重用设计，又重用组件，它是按照一定的设计模式组织的、面向特定应用领域的组件集合。

本书为 John Wiley 出版社的框架三卷本中的第 3 卷（第 1 卷为 *Building Application Frameworks: Object-Oriented Foundations of Framework Design*，第 2 卷为 *Implementing Application Frameworks: Object-Oriented Frameworks at Work*）。此次电子工业出版社将三卷本一并翻译出版，可谓一大贡献。

本书共分为 5 部分，介绍了 4 个应用领域内的 30 个框架实例，其中第 1 部分和第 2 部分介绍了计算机集成制造框架；第 3 部分介绍了分布式系统框架；第 4 部分介绍了网络和电信框架；第 5 部分介绍了系统开发环境框架。一些比较简短的例子将以插页的形式出现在部分末。

本书通过大量实例来介绍特定领域的应用框架。但不同应用领域内的框架存在很大差别，因此要比较全面地掌握特定领域框架的设计和使用，必须以大量的开发经验作为基础条件。本书介绍的 30 个框架实例均由专业框架设计人士提供，具有强烈的行业应用背景（有些还具有一定的研究背景）。由于各个实例都出自专业人士的手笔，所以对它们的介绍、分析和总结深入浅出，非常准确、得体，特别是那些经验教训更显得弥足珍贵。

框架是一种重要的重用机制，因此框架支持的应用设计不是一次性的，框架应该具有良好的可扩展性和适应性，并可支持应用的迭代开发。因此，本书的框架实例中介绍并使用了大量软件设计知识，如软件工程过程、设计模式、UML、面向对象程序设计等内容。通过对本书的阅读，读者在走近框架的同时，也在潜移默化中深入理解了这些概念。

总之，通过这些来自业界的大量实例和众多经验，读者可在前两卷的基础上完成由理论到实践的飞跃。

本书的翻译工作由姜晓红博士（浙江大学计算机科学与技术学院副教授）全面组织，由姜晓红、李岩、刘培珺、赵爱东共同翻译。其中序言、第 1 章和

第 1 部分（第 2 章至第 6 章）由刘培珺博士（上海贝尔阿尔卡特股份有限公司无线研发部）翻译，第 2 部分（第 7 章至第 11 章）由赵爱东同志翻译，第 3 部分（第 12 章至第 17 章）由姜晓红博士翻译，第 4 部分和第 5 部分（第 18 章至第 29 章）由李岩博士翻译，附录由赵爱东同志翻译，姜晓红博士和赵爱东同志审校全部译文。

感谢电子工业出版社的多位编辑对我们的大力支持，感谢 Google.com, Debian.org, OpenOffice.org, KingSoft.com, Powerdict.com, Babylon.com, 浙江大学缘网等网站在翻译过程中对我们的巨大帮助（特别是 Google.com），同时还要感谢中国人民解放军空军航空大学的杨承志同志及其他同志在翻译过程中对我们的大力协助，在此一并表示感谢。

本书涉及面广，具有特殊含义的名词较多，其中还涉及意、法、德、西班牙语等语言，这给我们的翻译工作增加了难度，但是凭借认真严谨的态度，也依靠 Internet 和大家的帮助，我们基本克服了这些困难。在翻译过程中，我们也发现了原书的几处排版和印刷错误，并对其做了订正。但由于译者水平有限，译本中定会存在不少错误和不妥之处，在此我们恳请读者批评指正。

E-mail: jiangxh@cad.zjn.edu.cn

译者
于杭州求是书院

谨以此书
纪念我的母亲和父亲
献给我亲爱的妻子 Raefa,
漂亮的女儿 Rodina 和 Rawan,
英俊的儿子 Ahmad

——Mohamed E.Fayad

献给 Simula 和 Smalltalk 语言的创始人
是他们首先预见了一些情景

——Ralph E. Johnson

序 言

很多开发人员都希望利用面向对象的应用框架来实现大型软件的重用，本书就是为他们编写的。我们写作的目的就是要帮助读者理解这一当前最流行的技术概念——框架。该技术和软件重用密切相关，并可为决策提供指导。公司的决策者，如总裁、副总裁或者软件项目经理和项目主管都将从本书所描述的经验中受益匪浅。本书介绍了框架技术在多个领域内的发展和应用，如制造业、通信和网络技术、分布式系统，以及软件开发环境。在 29 个章节的篇幅中，我们将详细介绍不同领域中的应用框架，以及我们的亲身感受和体验。

本书讨论了如下三个主题：

- 如何通过例子来介绍特定领域内应用框架的构建和定制？
- 如何克服在应用框架开发过程中遇到的困难？
- 从他人使用特定领域应用框架的经验中，我们能学到什么？

本书的特点

本书提供了众多有价值的面向对象应用框架的示例，所有的示例均取自我们的实际经验。我们努力用一种实用的、通俗的方式来表达它们。我们详细地解释了框架背后的哲学问题，以及如何在不同领域中应用这些框架。阅读本书后，您将：

- 知道如何创建面向对象的应用框架（通过大量的例子）；
- 做好使用框架的准备；
- 理解多种特定领域的应用框架体系结构；
- 通过借鉴我们的经验，能够处理在框架使用中出现的各种问题；
- 熟悉 25 个以上特定领域应用框架的设计；
- 可以进行特定领域应用框架新技术的研究。

本书的读者群

本书是众多编写人员集体经验和智慧的结晶，深入介绍了特定应用框架和企业框架的设计、开发和部署。软件供应商在创建鲁棒灵活的框架时，经理们在为领域选择合适的框架时，应用开发者在利用框架开发完整的应用系统时，都将体会到本书的价值。

我们要将这本书献给广大的计算机和软件业的从业人员，包括：特定领域的应用框架项目的管理人员和开发人员、公司经营主管人员、项目经理、工程技术人员、软件主管、面向对象开发人员、董事长、执行总裁。同时软件工程师、系统工程师、系统分析员、软件开发员、软件工程过程组、合同经理、客户、技术人员、软件方法学专家和公司中的程序开发人员也都会从本书中受益。

补充材料

本书最后的作者索引部分列出了参与人员的 URL，读者可以从这些链接中找到本书的补充材料。在作者的网址 www.cs.unr.edu/~fayad 和 Wiley 出版社为本书制作的网页 www.wiley.com/compbooks/fayad 中还可以找到有关本书的更新信息、新闻、问题解答和评论等内容。

Wiley 出版社为本书制作的网页中还包括以下内容：

更为详尽的序言

更为详尽的致谢，对本书的全体参与人员和校对修订人员表示衷心的感谢

简要目录

详细目录

章节摘要

完整的章节参考文献

专题期刊、专业兴趣组、会议等的列表

详细的作者索引

有注解的参考文献

问题与解答区

FAQ：应用系统和企业框架

致 谢

没有众多优秀人才的大力协助，就不会有这本书的出版。在此，由衷地感谢所有作者的参与和耐心，以及所有审校人员提出的宝贵意见。借此机会我想说，能有机会和本书的两位编辑 Douglas Schmidt 和 Ralph Johnson，以及本书的所有作者和审校人员共同完成本书，我深感荣幸。你们的大力帮助和耐心细致的工作，使这本书的写作成为一项伟大而充满乐趣的工作。谢谢你们对我的信任。

我也要感谢所有为本书做出贡献的人。首先，也是最重要的，本书所有的合著者和我都非常感谢我们的家人，当我们因为本书的写作而打扰了他们原本就很忙碌的生活，并将他们的世界搞得一团糟的时候，他们表现出了极大的宽容和理解。我们也感激各位审校和编辑，他们为本书的编撰提供了多方面的帮助。我们要感谢我们的合作伙伴，他们在本书的内容定位上提出了很多宝贵意见，充分展现了他们的聪明才智。我们还要特别感谢合作项目的工作人员，书中使用的案例和例子即取自这些项目。

我要特别感谢我的妻子 Raefa，我可爱的女儿 Rodina 和 Rawan 和我的儿子 Ahmad，他们对我的工作非常理解并充满信心。特别感谢我的朋友 Mauri Laitinen，他给了我很多鼓励，并且经常就本书的主题和问题与我促膝长谈。感谢我所有的学生，尤其是 Amr Yassin, Jinkun Hu, David Naney, Adam Altman；感谢我的朋友 Jun Gu, Marshall Cline, W.T.Tsai 和 Yasser alSafadi，他们给了我很多鼓励；感谢 Communications of the ACM 期刊的工作人员——Diana Crawford, Tom Lambert 和 Robert Fox，他们给了我很大的支持。

非常感谢 John Wiley & Sons 公司的所有编辑，感谢 Marjorie Spencer 对我们的信任和对本书的支持；感谢 Margaret Hendrey 在本书编撰中对我的耐心帮助；感谢 Marnie Wielage 对这样一个巨大的工程给予的严格监督。

向本书参与人员致谢

感谢本书的所有参与人员在编写过程中付出的巨大努力和表现出的巨大

耐心。感谢参与审校工作的伙伴们在校订过程中做出的大量的有益注释和优秀评论。这本书提供了独特的原始资料并涉及宽广的知识领域，可以帮助软件供应商、经理、开发人员和用户掌握、开发、改编、利用应用和企业框架。在高级软件工程和框架技术方面，这也是一本非常合适的研究生教材。能够和你们一起工作，我深感荣幸。没有你们的艰苦努力，这本书就不可能成功，我们真诚地感谢所有参与本书编写的人员（对所有参与人员的更完整的致谢可参见 www.wiley.com/compbooks/fayad）。

向审校人员致谢

特别要感谢所有审校人员，他们有效的修订、有益的评论和独特的见解使本书的表达更清晰，内容也更为完整。这本书分为 3 卷出版，共有 500 多位审校人员为本书做了严密的审校。你们的意见和审校对本书的完成具有无法估量的价值。和你们一起工作让我深感荣幸，并且我相信你们的意见使得本书的整体内容和表达都有了很大的改善。谢谢你们所有人。请参阅 Wiley 出版社的网页 www.wiley.com/compbooks/fayad，那里有完整的致谢列表。

特别致谢

本书第 3 章的作者 A. Aarsten, D. Brugali 和 G. Menga 希望在此指出，这一章介绍的工作得到了意大利都灵 CSELT 合作项目组的大力支持。

第 4 章和第 5 章的作者 Hans A. Schmid 希望在此向 Clemens Ballarin, Franco Indolfo, Frank Mueller 和 Jochen Peters 表达谢意，他们对 OSEFA 框架的创建提供了很大的帮助；感谢 Juergen Roeder，他对该章的准备工作给予了不少帮助；也感谢 Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) 给予的大力支持。

第 11 章的作者 Jan Bosch 希望在此感谢来自 EC-Gruppen 的 Anders Kambrin, Anders Dackehed 和 Sven-Ove Olsson，另外还有 Karlskrona/Ronneby 大学的硕士研究生：Martin Walfisz, Jonas Matton 和 Magnus Robertsson，感谢他们的帮助。

第 13 章的作者 R. Capobianchi, D. Carcagno, A. Coen-Porisini, D. Mandrioli 和 A. Motzenti 希望在此感谢 Virginie Watine 和 Alexandre Feray，本章介绍的部分工作得到了 ESPRIT 的 OpenDREAMS 项目的资助 (Ep 20843)，他们为 OpenDREAMS 领域的定义提供了很多建议。

第 14 章的作者 J. Jezequel 和 J. Pacherie 希望在此对所有参与这项工作的人表示谢意，尤其是感谢 Frédéric Guidec 为 PALADIN 库的设计、开发和测试所做的工作。

插页 4 的作者 R.K.Keller 和 J.Tessier 表示该部分内容作为 IGLOO 项目的一部分，得到了魁北克省工业、商业及科技部门的大力资助，IGLOO 项目是蒙特利尔信息技术研究中心、加拿大 Teleglobe 公司和加拿大科学研究委员会共同组织的，在此向他们表示感谢。

第 23 章的作者 W. Bischofberger 和 K. Maetzel 希望在此感谢 Beyond-Sniff 组织的所有前成员（Bruno Schäffer, Brad Edelman, Thomas Kofler, Marcel Neuhausler, Arno Vrtacnik 和 Jürgen Wothke）及 Erich Gamma, Dirk Riehle, Peter Schnorf, André Weinand。

第 25 章的作者 B. A. Myers, R. G. McDaniel 和 R.C.Miller 希望在此表达对 Bernita Myers, Alan Ferency, Andrew Faulring, Bruce D. Kyle, Andrew Mickish, Alex Klimovitski 和 Patrick Doane 的感谢，谢谢他们在本章的准备工作中给予的帮助。

第 26 章的作者 W. Lee 和 N. S. Barghouti 希望在此感谢 AT&T 研究实验室的 Eleftherios Koutsofios, Stephen North, John Mocenigo, Robin Chen，以及普林斯顿大学的 Jeff Korn，谢谢他们对于该章的讨论。

第 28 章的作者 R. M. Cubert 和 P. A. Fishwick 对下列资助表示感谢：Griffiss 空军基地 Rome 实验室的 F30602-95-C-0267 号合同和 F30602-95-1-0031 号资助金；美国内政部的 14-45-0009-1544-154 号资助金；美国国家科学基金会工程研究中心的 EEC-94-02989 号资助金；以及佛罗里达大学工程学院为本书第一作者提供的奖学金。我们感谢那些为 OOPM 软件创作作出贡献的人们，包括 Tolga Goktekin（概念建模工具及 FSM 编辑器），Youngsup Kim（FBM 和 SDM 编辑器），Gyooseok Kim（RBM 编辑器），Kangsun Lee 和 Dean Norris（EQN 编辑器），以及 Andrew Reddish（VRML 几何模型）。我们也要感谢 Phil Darby，他为我们建立了蜗牛模型，是我们的蜗牛领域专家，我们还要感谢 Kangsun Lee，他也承担了一部分模型制作工作。

博文视点资讯有限公司 (BROADVIEW Information Co.,Ltd.) 是信息产业部直属的中央一级科技与教育出版社——电子工业出版社 (PHEI) 与国内最大的 IT 技术网站 CSDN.NET 和最具专业水准的 IT 杂志社《程序员》合资成立的以 IT 图书出版为主业、开展相关信息和知识增值服务的资讯公司。

我们的理念是：创新专业出版体制；培养职业出版队伍；打造精品出版品牌；完善全面出版服务。

秉承博文视点的理念，博文视点的产品线为面向 IT 专业人员的出版物和相关服务。博文视点将重点做好以下工作：

- (1) 在技术领域开发专业作（译）者群体和高质量的原创图书
- (2) 在图书领域建立专业的选题策划和审读机制
- (3) 在市场领域开创有效的宣传手段和营销渠道

博文视点有效地综合了电子工业出版社、《程序员》杂志社和 CSDN.NET 的资源和人才，建立全新专业的立体出版机制，确立独特的出版特色和优势，将打造 IT 出版领域的著名品牌，并力争成为中国最具影响力的专业 IT 出版和服务提供商。

作为合资公司，博文视点的团队融合了各方面的精英力量：原电子工业出版社 IT 图书专业出版实力的代表部门——计算机图书事业部的团队；《程序员》杂志社和 CSDN 网站的主创人员；著名 IT 专业图书策划人周筠女士及其创作群。这是一个整合专业技术人员和专业出版人员的团队；这是一个充满创新意识和创作激情的团队；这是一个不断进取、追求卓越的团队。

电子工业出版社与《程序员》杂志和 CSDN 网站的合作以最有效率的方式形成了出版资源、媒体资源、网络资源的整合和互动，成为 2003 年 IT 出版界备受瞩目的事件。

“技术凝聚实力，专业创新出版”，BROADVIEW 与您携手共迎信息时代的机遇与挑战！

博文视点

地址：北京市复兴路 47 号天行建商务大厦 604 室

邮编：100036

总机：010-51922832 传真：010-51922823

国内作者写作图书：010-51922839 国外作者写作、引进版图书：010-51922825

<http://www.broadview.com.cn> 投稿及读者反馈：editor@broadview.com.cn

武汉分部地址：武汉市洪山区吴家湾紫菘花园 16 栋西门 401 邮编：430074

电话：027-87691935 E-mail:yeka@csdn.net

WILEY

Implementing Application Frameworks

Object-Oriented Frameworks at Work

Mohamed E. Fayad
Douglas C. Schmidt
Ralph E. Johnson

实现应用框架：面向对象框架的开发

Implementing Application Frameworks: Object-Oriented Frameworks at work

[美] Mohamed E. Fayad Douglas C. Schmidt

Ralph E. Johnson 著

石一楹 等译

本书通过多个领域（比如，商业、人工智能、环境和工具等）中超过20个的面向

对象应用框架开发的例子，向读者全面阐述了当今软件重用的热点技术——框架，并使你理解不同框架的体系结构，如何面对框架开发中的问题，以及做好发掘新的面向应用的框架技术的准备。

本书适用于从事软件开发和管理的工作人员，如公司的决策者、项目经理者、软件工程师、系统架构师等。

WILEY

Building Application Frameworks

Object-Oriented Foundations of Framework Design

Mohamed E. Fayad
Douglas C. Schmidt
Ralph E. Johnson

构建应用框架：面向对象的框架设计基础

Building Application Frameworks: Object-Oriented Foundations of Framework Design

[美] Mohamed E. Fayad Douglas C. Schmidt

Ralph E. Johnson 著

石一楹 等译

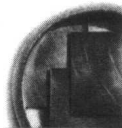
本书涵盖了框架技术的完整特征，从真实生活的角度展现如何发展和采用应用框架。本书描述了应用框架的发展、采用、集成、测试和文档记录的这一完整过程。本书为如何开发一个好的应用框架提供了完全参考，并对处理关于应用框架开发、投资保护、最佳有效框架选取、OOAF开发评估、框架文档记录及框架培训等方面的争论提供指导方针，还包含了对框架艺术、应用框架整合、测试、框架质量及框架文档的探讨。本书的所有材料均取源于真实的成功和失败经验，并以实际经验的、易于理解的方式进行表述。

本书适合于以下三大读者群：希望对面向对象的应用程序做大量重用的公司执行主管人员，例如，项目经理、面向对象的商业拥有者、董事长和CEO；软件开发人员（包括软件工程师、程序员、设计师），工程实施人员（系统工程师）和技术人员；软件方法学家及研究生等。

WILEY

Domain-Specific Application Frameworks

Frameworks Experience by Industry

Mohamed E. Fayad
Ralph E. Johnson

特定领域应用框架：行业的框架体验

Domain-Specific Application Frameworks: Frameworks Experience by Industry

[美] Mohamed E. Fayad Ralph E. Johnson 著

姜晓红 李岩 刘培珺 赵爱东 译

本书是John Wiley出版社出版的关于框架的三卷本中的第三卷。本书通过30个由专业人士提供的框架实例介绍特定领域的应用框架的设计、使用和部署，如何克服在应用框架开发过程中遇到的困难，以及如何具有足够的力量对特定领域应用框架新技术的研究和更新。这些实例涉及了四大领域：计算机集成制造、分布式系统、网络和电信应用、系统开发环境，均有详细的介绍、分析和总结，读者既可知其然，亦可知其所以然。

本书是众多资深人士集体经验和智慧的结晶，适合广大的计算机和软件业的从业人员，包括：特定领域的应用框架项目的管理人员和开发人员、项目经理、软件主管、面向对象开发人员、系统分析和设计人员，等等。同时，合同经理、软件方法学专家和程序开发人员等也都会从本书中受益。

目 录

第 1 章 简介	(1)
1.1 应用框架分类	(1)
1.2 本书的组织	(2)
1.3 小结	(3)
1.4 参考文献	(4)

第 1 部分 计算机集成制造框架

第 2 章 SEMATECH 计算机集成制造框架	(7)
2.1 背景	(7)
2.1.1 历史	(7)
2.1.2 商业案例 (Business Case)	(8)
2.1.3 计算机集成制造框架的目标	(8)
2.2 为什么要使用框架	(10)
2.3 计算机集成制造框架的结构	(11)
2.3.1 接口	(11)
2.3.2 组件	(12)
2.3.3 应用对象	(13)
2.3.4 计算机集成制造框架的作用域	(13)
2.4 计算机集成制造框架的底层结构支持	(14)
2.4.1 对象请求代理	(15)
2.4.2 CORBAServices	(15)
2.4.3 CORBAFacilities	(15)
2.4.4 领域接口	(16)
2.4.5 应用对象	(16)
2.5 计算机集成制造框架的文档	(16)
2.6 框架规约和开发过程中的经验教训	(17)
2.6.1 实现经验非常重要	(17)

2.6.2	框架会增加初始成本	(17)
2.6.3	底层结构的耦合很难避免	(18)
2.6.4	框架重叠	(18)
2.6.5	技术不够成熟	(18)
2.7	未来的发展方向	(18)
2.8	小结	(19)
2.9	参考文献	(19)
第 3 章	计算机集成制造框架与模式语言	(20)
3.1	模式和模式语言	(20)
3.2	柔性制造系统示例	(21)
3.3	模式语言	(22)
3.3.1	模式 1: 控制层次结构	(23)
3.3.2	模式 2: 控制模块之间的可见性和通信	(24)
3.3.3	模式 3: 对象与并发	(27)
3.3.4	模式 4: 事件触发行为	(29)
3.3.5	模式 5: 等待条件为真的服务	(30)
3.3.6	模式 6: 客户 / 服务器 / 服务	(31)
3.3.7	模式 7: 控制模块实现	(33)
3.3.8	模式 8: 控制模块接口	(34)
3.3.9	模式 9: 原型系统与实际系统	(36)
3.3.10	模式 10: 控制模块分布	(37)
3.3.11	模式 11: 远程控制	(39)
3.4	小结	(41)
3.5	参考文献	(41)
第 4 章	OSEFA 加工制造框架	(43)
4.1	特定领域的黑箱框架	(44)
4.2	包含冻结点的加工制造子领域	(45)
4.3	制造单元配置的可变性和热点	(49)
4.3.1	热点简介	(50)
4.4	分层的框架体系结构	(51)
4.5	加工控制层	(53)
4.5.1	热点可变性	(54)
4.5.2	热点子系统	(54)

4.6	加工命令热点	(55)
4.6.1	热点可变性	(56)
4.6.2	热点子系统	(57)
4.7	领域对象层	(57)
4.7.1	热点可变性	(58)
4.7.2	热点子系统	(58)
4.8	标准机器设备层	(59)
4.8.1	热点可变性	(60)
4.8.2	热点子系统	(60)
4.9	具体机器设备层	(60)
4.10	应用创建	(62)
4.11	交互式配置器	(63)
4.12	经验	(63)
4.12.1	开发	(64)
4.12.2	测试	(64)
4.12.3	创建应用系统的工作量	(64)
4.12.4	框架成本	(65)
4.13	小结	(65)
4.14	参考文献	(66)
第5章	不同计算机集成制造子领域内的框架重用	(67)
5.1	制造子领域	(68)
5.1.1	单元拓扑结构	(68)
5.2	框架体系结构	(71)
5.3	通用子领域属性和基本框架体系结构	(72)
5.3.1	基本框架体系结构逻辑视图	(73)
5.3.2	基本框架体系结构的进程视图	(74)
5.4	以仓库为中心的框架 OSEFA	(74)
5.4.1	OSEFA 子领域特征	(74)
5.4.2	框架体系结构	(75)
5.4.3	框架体系结构的进程视图	(76)
5.4.4	经验和成果	(77)
5.5	OSEFA 的分散数据存储扩展	(77)
5.5.1	分散数据存储	(77)

5.5.2	框架体系结构	(78)
5.5.3	经验	(78)
5.6	以流为中心的加工制造框架	(79)
5.6.1	以流为中心的拓扑结构	(79)
5.6.2	框架体系结构	(79)
5.6.3	经验	(80)
5.7	智能装配线框架	(80)
5.7.1	以装配线为中心的拓扑	(81)
5.7.2	智能工作站	(81)
5.7.3	生产数据管理	(82)
5.7.4	集中数据存储和分散数据存储	(83)
5.7.5	体系结构小结	(83)
5.7.6	经验和结论	(83)
5.8	总体成果	(84)
5.9	小结	(85)
5.10	参考文献	(85)
第 6 章	柔性制造系统的案例分析	(87)
6.1	框架和模式语言	(88)
6.2	应用领域	(89)
6.2.1	生产问题	(89)
6.2.2	软件控制体系结构	(90)
6.3	框架	(91)
6.3.1	低层组件	(92)
6.3.2	创建柔性制造系统应用	(95)
6.4	小结	(99)
6.5	参考文献	(101)
插页 1	理论联系实际	(103)

第 2 部分 更多的制造框架

第 7 章	并发工程框架 CEF	(109)
7.1	定制过程	(109)
7.1.1	传统方法	(110)
7.1.2	设计理念	(111)